

## RESUMEN

En este trabajo pretendemos dar algunos datos y reflexiones sobre el estado actual de la investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Para ello, hemos analizado 150 contribuciones presentadas en un evento reciente de gran prestigio; éstas han sido realizadas por investigadores de España en el contexto educativo español. En la estrategia de análisis y en la descripción de los resultados nos hemos centrado en las características de los autores, las temáticas generales y en las temáticas con una mayor producción (alumnado no universitario, formación inicial del profesorado y el profesorado en ejercicio). A la vista del trabajo, podemos decir que la DCE ha dado pasos importantes, pero debe revisar lo que está haciendo porque tiene carencias y retos que debe resolver para seguir avanzando.

**PALABRAS CLAVE:** *Meta-análisis; Investigación en Didáctica de las Ciencias; Alumnado; Formación inicial del profesorado; Profesores en ejercicio.*

## ¿Qué investigamos sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales en nuestro contexto educativo?

pp. 45-59

**Antonio de Pro Bueno\***

Universidad de Murcia

### La Didáctica de las Ciencias Experimentales en nuestro contexto educativo

La Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) tuvo un reconocimiento institucional tardío en nuestro contexto educativo ya que hasta 1985 no se consideraba un área de conocimientos de la universidad, no se ofertaban plazas para profesores o investigadores, la realización de trabajos de tesis era complicada, etc. Pero no todos los problemas se “ubicaban” en la educación superior: no existían revistas

de referencia (recordemos que Enseñanza de las Ciencias empieza a editarse en 1983); los eventos específicos para intercambiar ideas y experiencias eran limitados (los Encuentros de Didáctica de la Física y Química –hoy de Didáctica de las Ciencias Experimentales– empezaron en 1981); y, sobre todo, había que “luchar” con culturas del tipo: “el que sabe, sabe enseñar”, “todo lo que se enseña, se impide que el estudiante lo descubra”, “si se usa el laboratorio, se garantiza el aprendizaje”, “si el alumno no está motivado es porque no se esfuerza”...

\* Facultad de Educación. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Campus de Espinardo. 30100 Murcia. Correo electrónico: nono.um.es

✉ Artículo recibido el 21 de septiembre de 2009 y aceptado el 15 de noviembre de 2009.

Aunque los problemas culturales nunca se acaban de resolver (tenemos ejemplos recientes en muchas universidades con el proceso de implantación del Máster de Secundaria), hay que reconocer que afortunadamente el panorama ha mejorado, como han puesto de manifiesto Porlán (1998), Gil y otros (2000), Adúriz-Bravo e Izquierdo (2001), Barberá (2002), Jiménez (2008), Sanmartí (2008)... y muchos más. Con ello, han aumentado significativamente las aportaciones, de manera que podemos ya hablar de líneas de investigación en DCE.

Así, Porlán (1998) distinguía cuatro problemas interrelacionados: fines y fundamentos de un modelo alternativo para la E/A de las ciencias; desarrollo de una teoría del conocimiento escolar; desarrollo de una teoría del conocimiento profesional; y diseño y experimentación de propuestas de formación del profesorado. Mellado (1999), centrándose sólo en la investigación sobre el profesorado, identificaba: el conocimiento científico, las concepciones y creencias sobre la naturaleza de las ciencias o sobre la enseñanza y aprendizaje, el conocimiento práctico, programas de formación inicial, desarrollo profesional... Gil y otros (2000) señalaban: concepciones alternativas, resolución de problemas, prácticas de laboratorio, diseño curricular, relaciones CTS, evaluación, formación del profesorado y cuestiones axiológicas...

No obstante, dado el ritmo de crecimiento existente, creemos necesario reflexionar cada cierto tiempo –individual y colectivamente– sobre qué estamos haciendo o para qué sirve lo que hacemos... No se trataría tanto de valorar el pasado (mirar atrás) como de plantearse dónde estamos (para planificar el “siguiente paso”). Nuestro interrogante genérico sería: *¿Qué estamos investigando sobre la DCE en nuestro contexto educativo?* Desde luego, la cuestión es compleja y necesitaría de muchos estudios para llegar a respuestas concluyentes. Nosotros sólo pretendemos realizar una pequeña contribución en esta dirección.

Hace unos años realizamos un trabajo en esta línea (Pro, 1999). En aquella ocasión,

aprovechamos la publicación de 71 trabajos completos y seleccionados entre los presentados en un evento (Banet y Pro, 1998). Fijamos unos criterios de selección (autores españoles, experiencia en España, contribuciones empíricas, sobre el aprendizaje científico); con estas características, había 37. Se analizaron en función de nueve campos: autores, descriptores, fundamentos teóricos, interrogantes principales, diseño de la investigación, muestras, propuestas de enseñanza, técnicas de recogida de información, y conclusiones a las que llegaban. A la vista de los resultados obtenidos, llegábamos a consideraciones sobre qué estábamos investigando, cómo lo hacíamos y a qué conclusiones íbamos llegando. Es curioso que, diez años más tarde, muchas de las cosas que señalamos mantengan su vigencia.

### Los cambios curriculares, fuente de problemas

Trataremos de aclarar el título del apartado para que no se malinterprete. Es cierto que algunos cambios curriculares han creado más problemas que los que trataban de resolver pero no entraremos en ello. Además, incorporan términos y planteamientos que deben ser clarificados, comprendidos, discutidos, puestos en práctica y valorados. Probablemente por ello, la presencia de los aspectos innovadores suelen producir un incremento de contribuciones en estos campos de la investigación y en la innovación. Por ejemplo, con la reforma LOGSE, se incentivaron temáticas como:

- la alfabetización científica de la ciudadanía: al ampliar la educación obligatoria, no había que formar futuros científicos sino atender las necesidades de los ciudadanos.

- las áreas transversales (educación para la salud, ambiental, para el consumo): había que contemplar nuevos conocimientos, no sólo en las asignaturas de ciencias pero también en ellas.

- los contenidos: se hablaba de esquemas conceptuales (no de conceptos aislados) y se

daba más importancia a los “otros” contenidos (procedimientos y actitudes).

- el modelo constructivista del aprendizaje: requería conocer lo que sabía y pensaba el estudiante para construir, a partir de ello, sus conocimientos.

- nuevos planteamientos metodológicos: crítica a los ejercicios numéricos y los “receptarios” de los guiones de laboratorio, nuevo enfoque de la resolución de problemas o de las actividades prácticas, incorporación de las TICs como recurso, importancia del trabajo cooperativo...

- la evaluación: aparecieron los criterios de evaluación en los programas oficiales y se defendía el deseable valor formativo de la misma.

- la formación inicial del profesorado: desaparecían los maestros especialistas y se apostaba por el generalista y los “permeables”.

- el profesorado en ejercicio: se creó una red de centros de formación (los CEPs o sus equivalentes), las figuras de formador de formadores y de asesores, los cursos de actualización científica y didáctica, los programas regionales y nacionales de formación,...

- y muchas más que alguna vez habría que valorar.

Obviamente este “viejo marco curricular” todavía ejerce su influencia en lo que se investiga en nuestra área. Pero, además, hay nuevas incorporaciones derivadas de la LOE. Así, podríamos resaltar:

- la clarificación de qué son las competencias básicas de un ciudadano y cómo podemos contribuir desde nuestras materias a su desarrollo.

- la aproximación de la educación formal y no formal, con la consiguiente necesidad de abordar una ciencia contextualizada, utilizar otros recursos (internet, prensa, museos, TV), priorizar la utilidad para la vida cotidiana...

- la importancia dada a los contenidos relacionados con el desarrollo sostenible, generacional e intergeneracional, estableciéndolos de forma explícita a los programas oficiales.

- el valor de la argumentación, la comprensión lectora y las destrezas comunicativas, el espíritu crítico ante la información, la toma de decisiones fundamentadas, el desarrollo de

hábitos saludables, las conclusiones basadas en pruebas...

- la revisión del qué y cómo evaluar –y, como consecuencia, qué enseñar– con las evaluaciones externas.

- la presencia de la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CpMC) que cambia los contenidos y, sobre todo, el “estilo de la ciencia escolar”...

- los nuevos cambios en la formación inicial: se vuelve al maestro generalista, se amplía la duración de sus estudios, aparecen los créditos europeos y las competencias profesionales...; y la puesta en marcha del Máster de formación inicial del profesorado que sustituye al CAP...

- y otras más que están por desarrollar.

Como se puede apreciar, estamos hablando de un “área viva”, cuyos motores –la investigación e innovación– tienen muchos retos y problemas que resolver a partir de las propias reformas curriculares.

## Base documental del trabajo

Para intentar dar una respuesta al interrogante que da título a esta aportación, se pueden usar muchas estrategias. Nosotros creemos que se debe partir de una premisa: los ámbitos de la investigación y de la innovación los marcan los trabajos publicados. Pueden coincidir o no con las preocupaciones sentidas y manifestadas por el profesorado en las respuestas a un cuestionario, con las líneas declaradas por los grupos de investigación, con los proyectos presentados en las convocatorias públicas, con las tesis realizadas en la universidad o con las “sensaciones” que uno tiene sobre lo que les preocupa a los demás. Pero, si queremos apoyarnos en datos, tendremos que fijarnos en artículos, comunicaciones, ponencias... hechos públicos en la comunidad científica en la que nos movemos.

Hay que fijar una base documental de referencia para realizar un estudio de estas características, siendo conscientes de las indudables limitaciones que tiene cualquier elección que se haga. Estuvimos barajando varias opciones. Sin embargo, la proximidad de un evento como la

reciente celebración del VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias en Barcelona (AAVV, 2009) era “una tentación” que es difícil “no sucumbir” a ella.

Para nosotros, este congreso estaría entre los tres con mayor prestigio internacional de los que se celebran en esta área de conocimientos. El número de contribuciones presentadas es impresionante (en esta última edición, más de 700 entre ponencias, comunicaciones, mesas redondas...), con una presencia importante de españoles, portugueses y latinoamericanos. Es, sin duda, un referente de primer orden para nuestros propósitos. Pero, ¿qué información teníamos de los trabajos presentados?

Según las normas de publicación, cada trabajo debía contener: un resumen (de no más de 750 caracteres sin espacio) y un texto (que tampoco debía sobrepasar de 7500 caracteres sin espacio); además, podían incluirse tablas, cuadros esquemas... En cuanto a su estructura, debían figurar los apartados: Objetivos, Marco Teórico, Metodología, Conclusiones y Referencias bibliográficas.

Es evidente que, con estos límites, no es posible cumplir las sugerencias realizadas sobre el contenido de los trabajos en este ámbito (Jiménez y García-Rodeja, 1997; Jiménez, 2008; Sanmartí, 2008). La reducida extensión de los textos constituye una limitación nada despreciable para saber el alcance de lo que sus autores han realizado o para apreciar detalles y singularidades importantes sobre los que poder profundizar (sobre todo, de sus aspectos metodológicos o de sus resultados). No obstante, los apartados elegidos ofrecen una información interesante para conocer dónde se sitúa cada trabajo... Se trata, pues, de una “fotografía a gran altura” con todo lo que conlleva: tenemos una perspectiva global (de cada contribución y del conjunto de ellas) pero no podemos descender a cuestiones “más micro” de cada aportación (sólo lo podríamos hacer con los artículos completos y no con “resúmenes amplios”).

Por lo tanto, disponíamos de un número importante de trabajos recientes, realizados por una muestra amplia de investigadores y de fácil accesibilidad porque se encuentran recogidos en un CD (aunque acabamos de recibir una ver-

sión revisada, nos referiremos al entregado con la documentación al comienzo del Congreso).

El siguiente paso fue fijar unos criterios para seleccionar la muestra de documentos objeto de nuestro estudio. Elegimos aquellos trabajos presentados como comunicaciones o simposios, realizados por españoles, en centros e instituciones educativas de España. Con estas características había 150 trabajos que constituyen la base documental en la que apoyaremos nuestro análisis.

### Estrategias de análisis de la información

Aunque disponemos del análisis completo de las aportaciones mencionadas, por razones de espacio, nos centraremos en algunas características de los autores, el nivel donde se realizan, en qué temáticas se encuadran, cuáles son los objetivos, qué marcos teóricos utilizan...; es decir, nos ocuparemos de los fundamentos, dejando para otro momento los aspectos metodológicos o las conclusiones a las que “estamos llegando”.

En relación con los autores, sólo nos ocuparemos del número de firmantes y del nivel educativo. No vamos a utilizarlas como variables de cruce pues nos apartaría de los propósitos de nuestro estudio.

En cuanto al contenido propiamente dicho, leímos cada uno de los “resúmenes amplios” y trasladamos a unos cuadros la información recogida. En el Cuadro 1 se recoge un fragmento de la tabla global; en la primera columna aparece la referencia interna y luego la temática general, la específica, el nivel educativo en el que se ha realizado la investigación, las preocupaciones de los autores a partir de los objetivos planteados, y descriptores del marco teórico (extraídos por nosotros a partir del contenido explícito en los trabajos) (ver el cuadro 1).

Somos conscientes de las limitaciones que comportan estos datos sin un estudio de concordancia con distintos jueces pero no pretendemos una “visión exacta” –aunque sí rigurosa– de la realidad estudiada. Cada trabajo ha sido categorizado tres veces, en un intervalo de al menos tres días entre cada lectura.

Ref	Temática general	Temática específica	Nivel educativo	Preocupaciones	Marco teórico
...	...	...	...	...	...
25	Profesorado	Uso de museos	Maestros	Valoración de los objetivos de las visitas a los museos y cómo las incorporan a las aulas	Uso de museos
26	Alumnado	Estructura materia y Reacción química	Secundaria	Diseño, aplicación y evaluación de una UD	Historia Ciencia
27	Profesorado	Claves para la biodiversidad	FI de Maestros	Diseño de unas claves de clasisificación y valoración por los usuarios	Diseño claves
28	Alumnado	Fraude ciencias	Secundaria y Bachillerato	Diseño, aplicación y evaluación de una UD	CTSA
...	...	...	...	...	...

Cuadro 1.

## Resultados del análisis realizado

### A) Características de los autores

En el Cuadro 2 hemos recogido cuatro de ellas que nos interesan comentar.

A la vista de estos valores, podemos decir:

– aunque los resultados no son comparables con los obtenidos en otro trabajo (Pro, 1999), se mantiene la tendencia del número de autores mayoritario (dos o tres); los trabajos con un solo firmante se han reducido considerablemente. Creemos que las condiciones impuestas por la organización del evento pueden influir en este dato, por lo que no entraremos mucho más en ello.

– los “protagonistas del congreso” han sido el profesorado de los departamentos de DCE; más si consideramos que, en la categoría “Confuso/ No se sabe”, hay alumnos de tercer ciclo o becarios asociados a proyectos que ejercen su labor en ellos. También hay una presencia interesante del profesorado de otras áreas universitarias. Sin

embargo, sorprende la escasa participación de los profesores de los IES (que fueron los motores de las primeras ediciones) y, no digamos, de los maestros; este hecho ya fue detectado por Barberá (2002) en anteriores ediciones. Habría que identificar las causas (¿coyunturales como, por ejemplo, la falta de idoneidad de las fechas elegidas para celebrar el evento? ¿preocupantes como, por ejemplo, el escepticismo ante la utilidad del mismo? ¿”suicidas” como, por ejemplo, el alejamiento de “una parte de nuestra comunidad de aprendizaje”?) Creemos que las aportaciones de estos colectivos son vitales. Sin ellos, no sólo no podremos acceder a reflexiones, experiencias y hallazgos importantes para seguir avanzando sino que, sobre todo, abriremos aún más la brecha entre lo que investigamos y las repercusiones que tiene lo que hacemos en las aulas y los centros.

– el “mestizaje” en la composición de los grupos no ha llegado ni a la cuarta parte de los trabajos. ¿Es que no tenemos temas para colaborar los docentes de Primaria y Secundaria, los de Bachillerato y la Universidad, los profesores

		frecuencia	%
Nº de autores (Número total de trabajos: 150)	Uno	29	19%
	Dos o tres	99	76%
	Más de tres	22	15%
Nivel educativo de los autores (Número total de autores: 374)	Maestro	14	4%
	Profesor Secundaria	58	16%
	Profesor Dpto. DCE	163	44%
	Profesor Universidad	75	20%
	Otros	36	10%
	Confuso / No se sabe	28	7%
“Mestizaje” de los autores (Número total de trabajos: 150)	Sólo un autor	29	19%
	Mismo nivel	64	43%
	DCE y Universidad	6	4%
	Distinto nivel	35	23%
	No se sabe	16	11%
Relación entre el nivel de los autores y el nivel donde realizan la investigación (Número total de trabajos: 150)	Ningún nivel	18	12%
	concreto	82	55%
	Mismo nivel	40	27%
	Distinto nivel	10	7%
	No se sabe		

Cuadro 2.

de DCE y los maestros...? Desde luego compar-  
timos con Barberá (2002) que la Administra-  
ción no sólo no lo ha tratado de evitar sino que  
lo ha favorecido.

– más de la mitad de los trabajos se han  
realizado en el nivel donde desarrolla su labor,  
al menos, uno de ellos. Nos parece positivo ya  
que, al “investigar en lo suyo”, se facilita el inter-  
rés y la oportunidad de las cuestiones a tratar,  
que se verifiquen o se rechacen muchas hipóte-  
sis pendientes, que se vea útil el investigar, que  
llegue más fácilmente al aula... Hablar sobre la  
realidad de otros o de lo que deben hacer los  
demás no suele funcionar.

#### B) Temáticas generales

En el congreso se habían fijado cuatro te-  
mas genéricos: Enseñanza de las Ciencias y So-  
ciedad, Ciencias y Enseñanza de las Ciencias,  
Enseñanza de las Ciencias y Currículum, Ense-  
ñanza de las Ciencias en el Aula. Luego, al pre-

sentar los resúmenes de los trabajos selecciona-  
dos, usaron doce subtemáticas: competencias,  
complejidad, CTS, evaluación, interdisciplina-  
ridad, formación del profesorado, investigación  
e innovación, lenguaje y comunicación, mode-  
los, museos y centros de ciencias, perspectivas  
socioculturales, sostenibilidad y TICs.

A nosotros nos ha resultado más cómoda la  
distribución en cuatro temas genéricos: Profe-  
sorado, Alumnado, Currículum y propuestas, y  
Recursos; también pueden desdoblarse en sub-  
temáticas. Cualquier trabajo puede incluirse en  
más de una subtemática (por ejemplo, profesora-  
do en formación inicial y en ejercicio, profesora-  
do y alumnado de secundaria...); por ello,  
la suma de las frecuencias da 165, algo más de  
una temática por trabajo.

En el Cuadro 3 hemos recogido la frecuen-  
cia y los porcentajes; estos últimos están referi-  
dos al número total de trabajos analizados.

Los trabajos sobre Profesorado son nu-  
merosos, tanto en formación inicial como en  
ejercicio. Sin duda, es un ámbito clave de la

Subtemáticas	frecuencia	% total de trabajos
Profesores en formación inicial de profesorado	34	23%
Profesores en ejercicio	33	22%
Otro profesorado o profesionales educativos	4	2%
Alumnado no universitario	40	27%
Alumnado universitario	12	9%
Otro alumnado	1	1%
Currículum niveles no-universitarios	5	3%
Currículum titulaciones universitarias	4	2%
Reflexiones curriculares	13	9%
Otros	1	1%
Libros de texto	6	4%
Museos, TV, documentales, prensa...	10	7%
Otros	2	1%

Cuadro 3.

investigación en la DCE y, en nuestro contexto educativo, permanentemente justificable por los cambios institucionales producidos. Además, no se debe olvidar que un cometido clave del colectivo con mayor presencia –miembros de los departamentos de DCE– es precisamente la formación de profesores.

Las que se ocupan del Alumnado también están muy presentes (más de la tercera parte). Obviamente los estudiantes son la razón de ser de gran parte de la DCE y parece razonable este lugar destacado en la investigación producida. Si unimos a este hecho la existencia de nuevos contenidos, enfoques del aprendizaje, planteamientos metodológicos, recursos... resulta más que justificado “este protagonismo”. Por otro lado, nos parece muy positivo la incorporación del alumnado universitario en un número apreciable –aunque lejos aún de los no universitarios– porque puede “abrir una puerta bastante cerrada” a este nivel educativo.

Las aportaciones sobre el currículum nos parecen escasas si consideramos el momento en el que se ha realizado este congreso. Una interpretación simple podría ser que al profesorado le interesa más otros aspectos porque los

ve con una repercusión más “inmediata” en su quehacer diario. Otra podría ser que se asume una cierta “incuestionalidad” de los programas oficiales, ya sea por la incomprensión de lo que quiere el legislador o por las carencias de formación del que debe llevarlos al aula. Pero también podría ser porque el profesorado está harto de tantas reformas, contrarreformas y reformas de las contrarreformas, y percibe que “todo este lío” sólo “llena de nuevos papeles” su práctica profesional.

Los trabajos sobre los libros de texto resultan imprescindibles, dado el papel de este recurso en nuestro contexto educativo y, aún más, en un momento en el que las editoriales “clarificarán” la nueva reforma. Pero, además de este “recurso clásico”, hay aportaciones sobre otros que están de “fuera de la escuela” (museos, prensa, documentales, TV, internet...); nos parecen necesarias para aproximar la educación formal y la no formal.

Dadas las limitaciones de espacio sólo comentaremos los ámbitos con mayor presencia: alumnado de niveles no-universitarios, formación inicial del profesorado y profesorado en ejercicio.



### C) *En relación con el alumnado no universitario*

En el Anexo 1, se recoge la categorización de unas aportaciones -8- referidas al alumnado no-universitarios. Las más numerosas se refieren a los estudiantes de Secundaria y Bachillerato (36/40); suponen el 90% de las aportaciones en el ámbito. Frente a esto, sorprende la escasez de trabajos (6/41) sobre el alumnado de Educación Infantil y Primaria (menor número, incluso, que los realizados con universitarios). No podemos olvidar que, si no tenemos aportaciones en estas etapas –y no las tenemos– es difícil “poder decir cosas” con fundamento en la formación inicial de maestros.

Si nos fijamos en las temáticas específicas, se sigue investigando en “tópicos clásicos”. Así, en Física y Química, la más estudiada es el cambio químico; también aparecen la mecánica, electricidad, óptica, acústica, estructura de la materia... Y, en Biología y Geología, las más trabajadas se refieren a los seres vivos y a la genética; también hay aportaciones sobre las proteínas, los micro-organismos, el suelo, el universo... También hay temas “menos disciplinares” y mucho más actuales: educación para el consumo, problemas ambientales (deshielo del Ártico, degradación del litoral, uso de la energía, consumo de agua...), cambio climático, contaminación... Y, por último, estarían los relacionados con las creencias hacia las ciencias, el trabajo de los científicos, el fraude en la comunidad científica...

Es evidente que los “más disciplinares” se justifican porque sus referentes siguen estando presentes en los programas oficiales y constituyen retos “permanentes” para cualquier docente. Eso sí. Creemos que algunos deberían incorporar ya los “logros de otros” para no repetir lo estudiado. Ya sabemos “muchas cosas”: qué problemas de aprendizaje tiene el alumnado en gran parte de los tópicos, qué no funciona en las clases de ciencias (los contenidos de siempre, memorizar sin comprender, los ejercicios “machacones”, escuchar sin hablar...), qué parece que funciona mejor (hacer y reflexionar sobre lo que se hace, un buen clima de clase, la diversidad de recursos...), etc.

Ahora bien, la presencia de estudios sobre el aprendizaje de temas de actualidad –incluso, ensayando unidades concretas– supone la presencia en el aula de “otros conocimientos”. Desde luego, para nosotros, nos da “buenas vibraciones”, semejantes a las que tuvimos con la incorporación de la materia Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CpMC) y por las mismas razones (Pro, 2008).

Por otro lado, se observan cambios en la orientación de los trabajos. Si, hasta hace poco tiempo, la mayor preocupación era saber los conocimientos iniciales del alumnado –así lo ponían de manifiesto, por ejemplo, Gil y otros (2000)– en esta ocasión, se han diseñado, aplicado y evaluado 25 propuestas de enseñanza, porcentaje importante entre los 41 realizados en esta subtemática. Lo comentaba un compañero: “tanto esfuerzo para conocer lo que no sabe el alumnado y, una vez que lo tenemos claro, ¿qué hago mañana en mi clase?”...

También, parece superarse la etapa de “no hay recetas” que ha hecho mucho daño. Desde nuestra experiencia, creemos que se deben “dar recetas fundamentadas” para clarificar significados, concretar lo que se puede hacer, reflexionar sobre lo que hacemos, criticar “las recetas”, dar ideas, poder elegir entre diferentes soluciones... No se deben ver ni tratar como “dogmas” pero tenemos que saber “de una vez por todas” de qué hablamos...

Por último, donde existe una mayor heterogeneidad es en el objeto de la evaluación. Aunque siguen predominando los “conocimientos académicos” del alumnado, aparecen otros sobre sus creencias, los tipos de preguntas que realiza o sus argumentaciones... Parece que se va ampliando la idea de aprendizaje, lo que no es poco...

Si atendemos los marcos teóricos de los trabajos, los descriptores con mayor presencia son “argumentación”, “competencias comunicativas”, “dificultades de aprendizaje”, “relaciones CTSA o CTS”, “aprendizaje por indagación o por investigación”, “actividades prácticas” y “uso de TICs”; todos ellos se recogen, al menos, en cinco trabajos. Aunque se puedan echar de menos algunos, es posible que la exigencia



de concreción de los resúmenes haya condicionado algo los documentos. En cualquier caso, parecen “estar en sintonía” con los que se consideran prioritarios en la DCE y también responden a los que surgieron con la implantación de la LOGSE (en menor medida, con los surgidos con la LOE, probablemente por el escaso tiempo transcurrido desde su publicación). Otra cuestión sería la coherencia entre los “fundamentos declarados” en cada investigación y la metodología de la misma o sus resultados... Este contraste lo dejamos para otro trabajo.

#### *D) Formación inicial del profesorado*

En el Anexo 2 se recoge la categorización de unas aportaciones -8- referidas a la formación inicial del profesorado. Destacan las que se ocupan de los maestros (29/34), hecho lógico si consideramos la labor habitual de los departamentos de DCE. No obstante, nos preocupa el escaso número de trabajos –sólo 6 y algunos compartidos con otros colectivos– sobre el profesorado de Secundaria y Bachillerato. La implantación del nuevo Máster –en principio un programa de formación muy diferente al CAP– debería ser un aliciente –y probablemente una necesidad– para progresar en este ámbito.

En cuanto a las temáticas específicas, más de la mitad de los trabajos se refieren al conocimiento científico del futuro profesor (sobre el cambio climático, la termoquímica, el sistema periódico, la nutrición, el consumo del agua, los seres vivos, los alimentos transgénicos, el mol, el número de Avogadro...). Es cierto que “lo que sabe de ciencia” el profesorado incide en lo que enseña y en su forma de hacerlo. Que hay temáticas novedosas en las que el maestro o el profesor de instituto deben actualizarse. Que si se aprende de otra forma, se puede favorecer que se enseñe de otra manera... Pero, sinceramente, creemos que no son estos los marcos referenciales de algunos autores. En muchos casos, se investigan propuestas que sólo forman científicamente (ni didáctica ni profesionalmente), que no tiene que ver con –o “mira de lejos” a– el conocimiento didáctico del contenido. Desde

luego, se podrían investigar los efectos de estas propuestas en el alumnado de Secundaria, de Bachillerato o de Universidad pero pensamos que las necesidades formativas de estos colectivos no son las de un docente (¿son útiles y prioritarios todos estos conocimientos, por ejemplo, en Primaria?). Por lo tanto, las propuestas de enseñanza y las de formación no pueden ser iguales o del “mismo estilo”.

Hay también contribuciones “más profesionales” que se refieren a las concepciones didácticas, a las creencias sobre la enseñanza de las ciencias o sobre la realización de determinadas actividades, a la valoración de la utilidad de la formación recibida en DCE, al diseño de actividades de enseñanza... Pero parece que no son las que mayoritariamente preocupan a los investigadores. Saber ciencias es necesario pero no suficiente para el profesor que precisa la educación del siglo XXI.

Por otro lado, aunque persisten los estudios exploratorios sobre los conocimientos científicos y didácticos, sus creencias, sus concepciones... hay muchos trabajos –casi la mitad de los presentados en este ámbito– en los que se diseñan, aplican y evalúan algunas actividades de formación. Aunque hay pocos datos –nos atreveríamos a decir que ninguno– sobre su repercusión en la actividad profesional, supone un salto interesante, semejante al caso anterior. No obstante, al centrarse tanto en el aprendizaje científico del profesorado, nos lleva a ser cautelosos en la “valoración del salto”. ¿Qué sabemos sobre cómo seleccionar contenidos, plantear actividades que ayuden al alumnado a superar los obstáculos de aprendizaje, hacer una actividad práctica con un guión que permita no sólo hacer sino reflexionar sobre lo que está haciendo, usar internet o la prensa en el aula, enseñar para poder evaluar como PISA...?

Si atendemos los marcos teóricos expuestos por los autores, los descriptores con una mayor presencia serían “conocimientos del profesorado”, “creencias del profesorado”, “competencias profesionales”, “naturaleza de las ciencias” y “relaciones CTSA”; todos han sido mencionados, al menos, en cinco trabajos. Hay un número importante de ausencias que contrastan con las

“excesivas presencias”, ya comentadas, de otros. Debemos determinar las necesidades formativas del profesorado en formación inicial para empezar a trasladarlas a los programas de formación y a la investigación sobre los mismos. No podemos convertir la formación inicial en un “parche” a las etapas anteriores del sistema educativo.

### *E) Profesorado en ejercicio*

En el Anexo 3 se recoge la categorización de unas aportaciones -8- referidas al profesorado en ejercicio. Los resultados, a primera vista, resultan un tanto “sorprendentes”. Así, la presencia de trabajos sobre profesores de Secundaria (incluye los de Bachillerato y excluye a los del profesorado en general) es importante (18/33); es decir, más de la mitad. Ahora bien, si comparamos esta frecuencia con la obtenida para la formación inicial de esta misma etapa educativa, se ha pasado de 6 a 18, aumento tan sorprendente como espectacular.

En el caso de los Maestros sólo hay 6, cifra pequeña en comparación con otras subtemáticas. Pero, además, si la comparamos con la frecuencia de la formación inicial del apartado anterior, se ha reducido de 29 a 6, lo contrario al profesorado de secundaria. ¿Cómo puede preocupar “tanto” la formación inicial de maestros y “tan poco” los maestros en ejercicio? ¿Es que, en la formación inicial, se cubren todas las necesidades en DCE que tiene un maestro en ejercicio en esta etapa educativa?... Estos hechos nos preocupan porque los términos “desarrollo profesional”, “aprendizaje a lo largo de la vida” o “itinerario formativo” reflejan una “cierta continuidad” que parece no haberse trasladado, en esta ocasión, a la investigación.

Los trabajos en los que se diseñan, aplican y evalúan cursos o actividades de formación se reducen drásticamente en relación con los que había en la formación inicial; sólo se valoran 7. Entre ellos, dos se refieren al profesorado universitario, otros dos al uso de MBL y hay una aportación de formación on-line. Sin duda, son campos poco explorados y potencialmente interesantes que habrá que tener presentes en poco tiempo.

Asimismo, aumentan los estudios exploratorios para conocer qué piensan, saben, hacen, sienten... los profesores. Cambian las temáticas específicas en relación con las que aparecían en la formación inicial y, aunque persisten estudios sobre el conocimiento científico del profesorado (cambio climático, cambio químico, desarrollo sostenible), son minoritarios respecto a otros más propios de su labor profesional: creencias sobre la enseñanza, percepción de las dificultades o de la motivación del alumnado, valoración de proyectos, uso de analogías o de actividades prácticas en el aula, reflexiones en y sobre la práctica educativa... Parecen existir prioridades muy diferentes para la formación inicial y la permanente, y esta discontinuidad hay que analizarla.

Por último, los descriptores con mayor presencia son: “creencias del profesorado”, “conocimientos del profesorado”, “desarrollo sostenible” y “evaluación”; mencionados, al menos, en cinco trabajos. El número total de descriptores es menor que en las subtemáticas anteriores porque los autores no plantean un “abanico” tan amplio de referentes para la elaboración de su trabajo. Probablemente, no sea una anécdota y habrá que plantearse por qué.

### **Para terminar**

La pregunta central de este trabajo es compleja y requiere de unos datos y una discusión más amplia de la que podemos hacer en un artículo de esta extensión. Somos conscientes de los “sesgos” introducidos en este estudio a la hora de seleccionar la base documental. Pero, si la fotografía que hemos obtenido se aproxima a la realidad, deberíamos revisar, personal y colectivamente, qué investigamos, cómo lo hacemos, a qué conclusiones estamos llegando, cómo podemos incorporarlo al aula... Creemos que la DCE –es decir, todos nosotros: el profesorado, los formadores del profesorado, los asesores de los CPRs, los especialistas, los educadores de otras instituciones...– ha dado pasos importantes, tiene retos pendientes, va encontrando su sitio... pero estamos convencidos que lo mejor está por llegar.

## REFERENCIAS

- AA.VV. (2009). *Revista Enseñanza de las Ciencias. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Barcelona
- ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M. (2001). La didáctica de las Ciencias Experimentales como disciplina tecnocientífica autónoma. En la obra de Perales et al.: *Congreso Nacional de Didácticas Específicas. Las didácticas de las áreas curriculares en el siglo XXI*. 291-302. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- BANET, E.; PRO, A. (1998). *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (Volumen 1 y 2). Murcia: Diego Marín.
- BARBERÁ, O. (2002). El área de Didáctica de las Ciencias Experimentales: ¿apuesta por el futuro o error del pasado? *Revista Educación*, 328, 97-109.
- GIL, D.; CARRASCOSA, J. y MARTÍNEZ, J. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En la obra de Perales y Cañal: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 9-34. Alcoy: Marfil.
- JIMÉNEZ, M.P. (2008). La publicación como proceso de diálogo y aprendizaje: el papel de artículos y revistas en la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 311-320.
- JIMÉNEZ, M.P. y GARCÍA-RODEJA, I. (1997). Hipótesis, citas, resultados: reflexiones sobre la comunicación en didáctica de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 11-19.
- MELLADO, V. (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de Ciencias Experimentales. En la obra de Martínez y García: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. 45-76. A Coruña: Serv. Publ. Universidad.
- PORLÁN, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- PRO, A. (1999). ¿Qué investigamos? ¿Cómo lo hacemos? ¿A qué conclusiones llegamos? Tres preguntas que hacen pensar. En la obra de Martínez y García: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. 19-43. A Coruña: Serv. Publ. Universidad.
- PRO, A. (2008). Ciencias para el Mundo Contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las Ciencias. *Alambique*, 56, 87-97.
- SANMARTÍ, N. (2008). Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de educación en ciencias en la construcción y consolidación de la identidad del área: la experiencia de la Revista Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 301-309.

## ANEXO 1. Ejemplos de trabajos sobre el alumnado no universitario

Ref.	Nivel invest	Temática específica	Preocupaciones	Marco teórico	
7	Sec	Cambio químico	Incidencia de analogías en aprendizaje	Uso analogías Modelización	Aprendizaje alumnado Propuesta enseñanza
16	Sec	Ciclo agua	Preguntas alumnado (descripción, explicación causal, comprobación, generalización, predicción, gestión y opinión o evaluación) en una UD	Preguntas alumnado Comunicación	Propuesta enseñanza
20	Sec Pri	Contaminación agua Uso energía	Hipótesis de comprensión y cambios (fuertes y débiles) tras aplicar dos propuestas	Paradigma complejidad Hipótesis progresión Itinerarios didácticos	Redes de problemas Metadisciplinaridad Propuesta enseñanza
28	Sec Bach	Fraude ciencias	Diseño, aplicación y evaluación de una UD	CTSA Argumentación	Trabajo científico Propuesta enseñanza
46	Sec	Textos FyQ	Lectura e interpretación de textos escolares (CRITIC): efectos lectura crítica	Lectura crítica Placer en la lectura	Propuesta enseñanza
48	Sec EA	Genética	Esquemas conceptuales alumnado: diferencias entre ESO y EA	Alfabetización científica	Esquemas conceptuales
53	Bach	Deshielo Ártico	Diseño, aplicación y evaluación de propuesta para RP social	CTSA Aprendiz. investigación	Problema social Propuesta enseñanza
64	Pri	Ser vivo	Diseño, aplicación y evaluación de actividades en Semana Ciencia y MA: diferencias entre centros	Competencia indagación Actividades prácticas Centros rurales	Semana Ciencia y MA Propuesta enseñanza
...					

**ANEXO 2. Ejemplos de trabajos sobre formación inicial del profesorado**

Ref	Nivel invest	Temática específica	Preocupaciones	Marco teórico	
30	FIM	Mol Nº Avogadro	Diseño, aplicación y evaluación de una UD	Historia Ciencias Uso analogías	Formación profesores
33	FIM	Cambios físicos y químicos	Cambios forma de pensar tras hacer prácticas	Dificultades aprendizaje	Actividades prácticas
73	FIM	Naturaleza Ciencias	Percepción de la ciencia y su naturaleza	Naturaleza Ciencias	Creencias profesorado
87	FIM	Consumo aguas envasadas	Opiniones y conocimientos sobre el tema	Alfabetización científica Educación consumo CTS	Creencias profesorado Conocim. profesorado
89	FIM Bach	Fraude científico	Diseño, aplicación y evaluación de propuesta en dos niveles	Formación profesorado CTS Naturaleza Ciencia	Uso de noticias Diseño actividades EP Juegos de simulación
119	FIM	Ser vivo	Diseño, aplicación y evaluación (pensamiento-modelo, experiencia y lenguaje) de una propuesta	Modelización Contextos bilingües	Enfoque CLIL Formación profesorado
120	FIM	Transgénicos bacterias modificadas	Valoración de conocimientos de temas	CTS Alfabetización científica Controversias	Conocim. profesorado CpMC Teoría acción razonada
139	FIM	Crisis del agua	Valoración de creencias y conocimientos (cuestionario y juego de simulación)	Juegos simulación Educación ambiental Conocim. profesorado	Creencias profesorado Uso de noticias
....					

## ANEXO 3. Ejemplos de trabajos sobre profesorado

Ref	Nivel inves	Temática específica	Preocupaciones	Marco teórico	
31	PS	Física Salters	Valoración Proyecto Salters (adaptación curricular, a PAUs, actividades, contenidos, dedicación horaria, formación profesorado...)	Física en contexto CTS	Uso de TICs Creencias profesorado
57	PU	Cambio didáctico	Visión de Química y su enseñanza, y esquemas de acción: evolución con programa formación	Modelos didácticos Creencias profesorado	Conocim. profesorado Formación profesorado
60	PS	Uso de analogías	Identificación de analogías que se emplean en el aula	Uso de analogías Conocim. profesorado	Análisis de clases
62	PS Maes	Uso MBL	Diseño, aplicación y evaluación de curso de formación	Uso de MBL Práctica reflexiva	Formación profesorado
65	Maes	Uso del laboratorio	Uso del laboratorio en Primaria	CDC Actividades prácticas	Creencias profesorado
69	PS	Educación consumo	Opiniones sobre aula, escuela de consumo y sociedad	Paradigma complejidad Educación consumo Conocim. profesorado	Desarrollo sostenible Creencias profesorado
71	PS	Motivación alumnado	Valoraciones de un curso de formación (actividades de museo, experimentos, juguetes...)	Actividades prácticas Uso de museos Textos divulgativos	Uso de juguetes Formación profesorado
86	Prof.	Salidas aula	Plataforma con materiales para salidas escolares	Competencias básicas Interdisciplinaridad	Salidas de campo Uso de TIC
...					

## Nivel de la investigación

Alumnado	Inf: Educación Infantil EA: Educación Adultos	Pri: Educación Primaria Uni: Universidad	Sec: Educación Secundaria Pub.: Público	Bach: Bachillerato
Profesorado	FIM: Formación inicial Maestros Maes: Maestro Prof: Profesorado (general)	FIPS: Formación inicial Profesorado Secundaria PS: Profesorado IES FM: Formador de maestros	PU: Profesorado universitario	

## ABSTRACT

*What research into science education is being carried out in our educational context?*

This paper attempts to provide information and insights into the current state of the art in Science Education research. To do this, 150 contributions, presented recently at a prestigious event, by Spanish researchers working in the Spanish education system, have been analysed. The criteria used to classify and describe the results include: authors types, general research topics and high frequency topics (non-university students, initial teacher training and in-service teaching). As a result, it is claimed that while Science Education has made important developments, there are also shortcomings and challenges which are still to be resolved.

KEY WORDS: *Meta-analysis; Science Education research; Non-university student; Initial teacher training; In-service teacher.*

## RÉSUMÉ

*Quel est notre plan de recherches en didactique des sciences expérimentales dans notre système éducatif?*

Avec ce travail nous prétendons apporter quelques données et certaines réflexions sur l'état actuel de la recherche dans Didactique des sciences expérimentales. Dans ce but nous avons analysé 150 contributions présentées lors d'un récent événement de grand prestige ; celles-ci ont été développées par des investigateurs espagnols situés dans le contexte éducatif espagnol. Avec la stratégie d'analyse et description des résultats nous nous sommes centrés sur : les caractéristiques des auteurs, les thématiques générales et les thématiques avec une production supérieure (élèves non universitaires, formation initiale du professorat et du professorat en activité). Avec les résultats du travail nous pouvons affirmer que la D.C.E a énormément avancé, mais nous devons réviser ce qui se fait actuellement parce qu'il y a des carences et des défis que nous devons résoudre pour continuer à avancer.

MOTS CLÉ: *But-analyse; Recherche in Didactique des sciences expérimentales; Élève non universitaire; Formation initiale du professorat; Professeurs en activité.*